

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-340566

(43)Date of publication of application : 27.11.2002

(51)Int.Cl.

G01C 19/72

G02B 27/28

G02F 1/09

(21)Application number : 2001-141557

(71)Applicant : FUJIKURA LTD

(22)Date of filing : 11.05.2001

(72)Inventor : TAKASHIMA TORU

NIKAIDO SHINICHI

TOKURA TAKESHI

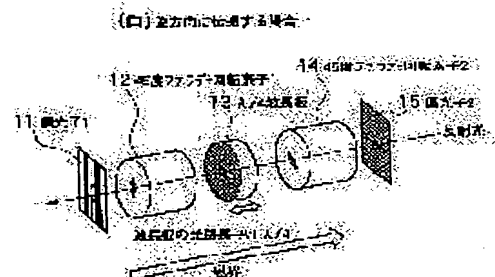
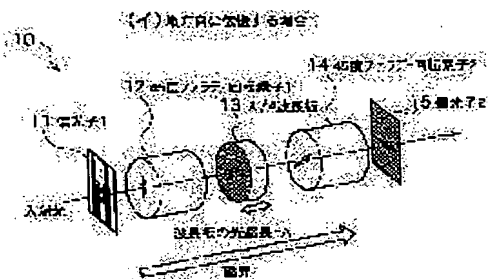
NIIMI SHINICHI

(54) NONPHASE ANTIPHASE BIAS DEVICE AND OPTICAL-FIBER-RING INTERFERENCE-TYPE SENSOR USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a non-phase antiphase bias device whose vibration and temperature stabilities are superior and to provide an optical-fiber-ring interference sensor whose sensitivity can be adjusted, without using a sophisticated control means.

SOLUTION: A nonphase $\pi/2$ antiphase bias device of a one-plane-polarization is realized, in such a way that a first polarizer, a first Faraday rotation element, a quarter-wave plate, a second Faraday rotation element and a second polarizer are arranged in succession in an optical path. The bias device and two or more non-polarization elements are inserted into the halfway part in the loop of a loop-shaped optical fiber, in the interference sensor.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-340566
(P2002-340566A)

(43) 公開日 平成14年11月27日 (2002. 11. 27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	FI	テーマコード(参考)
G 0 1 C 19/72		G 0 1 C 19/72	D 2 F 1 0 5
			S 2 H 0 7 9
G 0 2 B 27/28		G 0 2 B 27/28	Z 2 H 0 9 9
G 0 2 F 1/09	5 0 5	G 0 2 F 1/09	5 0 5

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-141557(P2001-141557)

(22) 出願日 平成13年5月11日 (2001. 5. 11)

(71) 出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72) 発明者 高嶋 徹

千葉県佐倉市六崎1440 株式会社フジクラ
佐倉事業所内

(72) 発明者 二階堂 伸一

千葉県佐倉市六崎1440 株式会社フジクラ
佐倉事業所内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外4名)

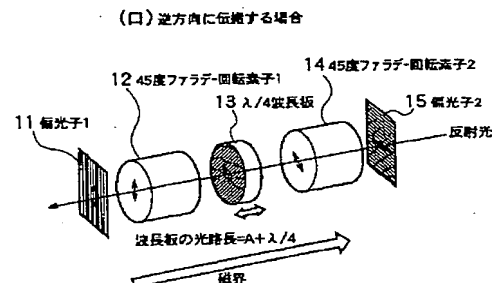
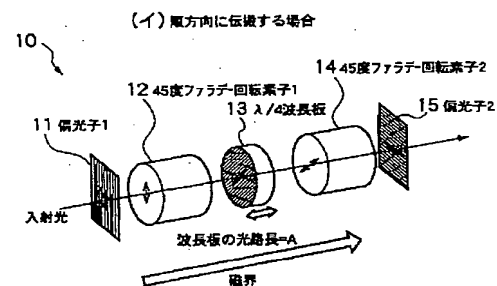
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非相反位相バイアス器及びこれを用いた光ファイバリング干渉型センサ

(57) 【要約】

【課題】 振動や温度安定性に優れた非相反位相バイアス器を提供するとともに、高度な制御手段を用いることなく感度調整が可能な光ファイバリング干渉型センサを提供することを目的とする。

【解決手段】 光路順に第1の偏光子と、第1のファラデー回転素子と、 $\lambda/4$ 波長板と、第2のファラデー回転素子と、第2の偏光子とを配列して構成することにより1偏光面の非相反 $\pi/2$ 位相バイアス器を実現する。また、光ファイバリング干渉型センサのループ状光ファイバのループ途中に、前記非相反 $\pi/2$ 位相バイアス器と2つ以上の無偏光素子を挿入する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光路順に第1の偏光子と、第1のファラデー回転素子と、位相差板と、第2のファラデー回転素子と、第2の偏光子と、

を配列して構成されていることを特徴とする非相反位相バイアス器。

【請求項2】 前記位相差板は $\lambda/4$ 波長板であることを特徴とする請求項1記載の非相反位相バイアス器。

【請求項3】 二つの偏光子のうちいずれか一方を取り除いたものである請求項1記載の非相反位相バイアス器。

【請求項4】 入射光を偏波分岐される第1の偏波ビームスプリッタと、

偏波分岐された一方の光がミラーを経て入射される及び他方の光が直接入射される第1のファラデー回転素子と、

前記第1のファラデー回転素子から出射された前記それぞれの光が入射される位相差板と、

前記位相差板から出射された前記それぞれの光が入射される第2のファラデー回転素子と、

前記第2のファラデー回転素子から出射された前記それぞれの光が一方はミラーを経て入射され、他方は直接入射されて双方の光が結合される第2の偏波ビームスプリッタと、

を配列して構成されていることを特徴とする非相反位相バイアス器。

【請求項5】 前記位相差板は $\lambda/4$ 波長板であることを特徴とする請求項4記載の非相反位相バイアス器。

【請求項6】 光源と受光素子とループ状光ファイバの開放部との両端とが分岐結合素子に接続されて構成され、前記光源から出射された光を前記分岐結合素子によって分岐して前記ループ状光ファイバに前記開放部の両端それぞれから入射させ、このループ状光ファイバ中を時計回りと反時計回りに伝搬させ、時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光とを前記分岐結合素子にて結合し、結合された前記時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光とを前記受光素子に入射させ、この時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光との位相差による干渉光の強度変化を示す信号をこの受光素子から出力することにより前記ループ状光ファイバに加わる物理変化を検出する光ファイバリング干渉型センサであって、

前記ループ状光ファイバのループ途中に、請求項1記載の非相反位相バイアス器と2つ以上の無偏光素子を挿入したことを特徴とする光ファイバリング干渉型センサ。

【請求項7】 光源と受光素子とループ状光ファイバの開放部との両端とが分岐結合素子に接続されて構成され、前記光源から出射された光を前記分岐結合素子によって分岐して前記ループ状光ファイバに前記開放部の両端それぞれから入射させ、このループ状光ファイバ中を時計回りと反時計回りに伝搬させ、時計回り伝搬光と反

時計回り伝搬光とを前記分岐結合素子にて結合し、結合された前記時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光とを前記受光素子に入射させ、この時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光との位相差による干渉光の強度変化を示す信号をこの受光素子から出力することにより前記ループ状光ファイバに加わる物理変化を検出する光ファイバリング干渉型センサであって、

前記ループ状光ファイバのループ途中に、請求項4記載の非相反位相バイアス器と1つ以上の無偏光素子を挿入したことを特徴とする光ファイバリング干渉型センサ。

【請求項8】 光源と受光素子とを一端が無反射終端された第1光分岐結合素子に接続させ、1本の接続用光ファイバの片端を前記第1光分岐結合素子に接続させ、前記接続用光ファイバのもう一方の片端を一端が無反射終端された第2光分岐結合素子に接続させ、ループ状光ファイバの開放部の両端が前記第2光分岐結合素子に接続されて構成され、

前記光源から出射された光を前記第1光分岐結合素子によって前記接続用光ファイバと前記無反射終端側とに分岐し、該第1光分岐結合素子からの光を前記第2光分岐結合素子によって前記ループ状光ファイバの前記開放部の両端それぞれに分岐して、このそれぞれの分岐光をループ状光ファイバ中を時計回りと反時計回りに伝搬させ、この時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光とを前記第2光分岐結合素子に入射させて結合し、

前記第2光分岐結合素子によって、時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光の結合光を前記接続用光ファイバと前記無反射終端側とに分岐して、該接続用光ファイバからの光を前記受光素子に入射させ、この時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光との位相差による干渉光の強度変化を示す信号をこの受光素子から出力することにより前記ループ状光ファイバに加わる物理変化を検出する光ファイバリング干渉型センサであって、

前記ループ状光ファイバのループ途中に、請求項1記載の非相反位相バイアス器と2つ以上の無偏光素子を挿入したことを特徴とする光ファイバリング干渉型センサ。

【請求項9】 光源と受光素子とを一端が無反射終端された第1光分岐結合素子に接続させ、1本の接続用光ファイバの片端を前記第1光分岐結合素子に接続させ、前記接続用光ファイバのもう一方の片端を一端が無反射終端された第2光分岐結合素子に接続させ、ループ状光ファイバの開放部の両端が前記第2光分岐結合素子に接続されて構成され、

前記光源から出射された光を前記第1光分岐結合素子によって前記接続用光ファイバと前記無反射終端側とに分岐し、該第1光分岐結合素子からの光を前記第2光分岐結合素子によって前記ループ状光ファイバの前記開放部の両端それぞれに分岐して、このそれぞれの分岐光をループ状光ファイバ中を時計回りと反時計回りに伝搬させ、この時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光とを前記第

2光分岐結合素子に入射させて結合し、

前記第2光分岐結合素子によって、時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光の結合光を前記接続用光ファイバと前記無反射終端とに分岐して、該接続用光ファイバからの光を前記受光素子に入射させ、この時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光との位相差による干渉光の強度変化を示す信号をこの受光素子から出力することにより前記ループ状光ファイバに加わる物理変化を検出する光ファイバリング干渉型センサであって、

前記ループ状光ファイバのループ途中に、請求項4記載の非相反位相バイアス器と1つ以上の無偏光素子を挿入したことを特徴とする光ファイバリング干渉型センサ。

【請求項10】 請求項6, 7, 8又は9記載のループ状光ファイバ及び接続用光ファイバを偏波保持型光ファイバとし、光分岐結合素子を偏波保持型光分岐結合素子としてセンサが構成され、

前記ループ状光ファイバのループ途中に、非相反位相バイアス器のみを挿入したものである請求項6, 7, 8又は9記載の光ファイバリング干渉型センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバを用いたリング干渉計による信号検出技術に関するもので、特に、非相反位相バイアス器を用いた光ファイバリング干渉型センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、光ファイバを用いた干渉型センサが種々提案されている。例えば、本出願人が出願した光ファイバリング干渉型センサに関する特許出願（特開平11-70803）がある。この光ファイバリング干渉型センサの基本原理は、図5に示すように、発光素子1（光源）と受光素子5とループの光ファイバ3（又は途中に光遅延素子6を挿入されて）の両端とが光分岐結合素子2に接続されていて、光源から出射された光を光分岐結合素子2によって分岐して前記ループ状光ファイバ3の両端に入射させ、このループ状光ファイバ中を時計回りBと反時計回りAに伝搬させ、時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光とを前記光分岐結合素子2に入射させて結合し、この結合された干渉光を受光素子5に入射させ干渉光の強度変化を示す信号をこの受光素子5から出力するものである。すなわち、加振4による光路AとBの光路長変動を干渉状態の変化として検出するものである。

【0003】また、図6は、発光素子または光入力端子1、受光素子または光出力端子5と、光分岐結合素子2を、2本の接続光ファイバ7で接続することで、遠端のループ状光ファイバ3のみ振動を検知する光ファイバリング干渉型センサの構成を示す。

【0004】また、接続光ファイバを1本にした光ファイバリング干渉型センサの構成例を図7に示す。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記各構成例の光ファイバリング干渉型センサにおいて、光分岐結合素子のポートに入射した光は、反対側の2つのポートに透過光と結合光として分岐され出射される。この時透過光と結合光との間に $\pi/2$ の位相差が生じる。したがって、上記図5, 6の系では、静的な状態における受光素子でのループ状光ファイバ内の光路Aを伝搬した光と光路Bを伝搬した光との位相差 θ が π となり、図7の系では0となる。

【0006】この状態で、振動などの外乱が振動検出光ファイバに与えられると、位相差が変化する。その結果、受光素子によって、変化した位相差に対応した光強度が検出される。

【0007】受光素子で検出される光の干渉成分を P_c 、非干渉成分を P_i とすると、受光素子で検出される光強度 P_{pd} は、

$$P_{pd} = P_i + (P_c (1 + \cos \theta)) / 2$$

で表される。

【0008】したがって、 θ が変化した時の P_{pd} の変化量 $|dP_{pd}/d\theta|$ は、 $\theta = n\pi$ (n は整数) のとき最小となり、 $\theta = (n + 1/2)\pi$ のとき最大となる。

【0009】前述の様に、静的な状態での位相差 θ は、図5, 6の系で π 、図7の系で0であるため感度が非常に低くなってしまふ。

【0010】これを改善する方法として、図8に示すように、位相変調器81をループ状光ファイバ3内に挿入し、ロックインアンプ82を用いて、静的な状態での位相差 θ が $(n + 1/2)\pi$ になる様に変調信号83に同期したタイミングで干渉光信号を検出する方法や、光路Aと光路Bとの位相差 θ が $(n + 1/2)\pi$ になる様空間で実現する方法が知られている。前者の実施例を図8に、後者の実施例を図9に示した。

【0011】図8の実施例の場合、位相変調器の制御信号周波数の $1/2$ を超える周波数成分を持つ信号の検出は困難である。また、ロックインアンプなどの高度な制御手段が必要なためコストデメリットが大きい。

【0012】図9の実施例の場合、受動的な光素子のみで $(n + 1/2)\pi$ の位相差を実現しているため、電気回路の負担が小さくなるが、光路Aと光路Bとで異なる空間を伝搬するため、振動や温度変化などの影響を受けやすい。

【0013】本発明は、上記の問題点を解決するために、振動や温度安定性に優れた非相反位相バイアス器を提供するとともに、この非相反位相バイアスを持つ光ファイバリング干渉型センサを提供するものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上述の問題点を解決するために、2個のファラデー回転素子と1個の $\lambda/4$ 波長

板で1偏光面の非相反 $\pi/2$ 位相バイアス器を実現する手段を用いるものである。また、偏光ビームスプリッタで2つの偏光面に分離・結合し、それぞれの偏光面に前述の方法と同様の原理で $\pi/2$ の非相反位相バイアスを行い、偏光状態に依存しない位相バイアス器を実現したものである。

【0015】請求項1の本発明非相反位相バイアス器は、光路順に第1の偏光子と、第1のファラデー回転素子と、位相差板と、第2のファラデー回転素子と、第2の偏光子とを配列して構成されていることを特徴とする。

【0016】また、前記位相差板は $\lambda/4$ 波長板であることを特徴とする。

【0017】また、前記第1の偏光子と第2の偏光子のうちいずれか一方を取り除いたものであってもよい。

【0018】請求項4の本発明非相反位相バイアス器は、入射光を偏波分岐される第1の偏波ビームスプリッタと、偏波分岐された一方の光がミラーを経て入射される及び他方の光が直接入射される第1のファラデー回転素子と、前記第1のファラデー回転素子から出射された前記それぞれの光が入射される位相差板と、前記位相差板から出射された前記それぞれの光が入射される第2のファラデー回転素子と、前記第2のファラデー回転素子から出射された前記それぞれの光が一方はミラーを経て入射され、他方は直接入射されて双方の光が結合される第2の偏波ビームスプリッタとを配列して構成されていることを特徴とする。

【0019】また、前記位相差板は $\lambda/4$ 波長板であることを特徴とする。

【0020】本発明の光ファイバリング干渉型センサは、光源と受光素子とループ状光ファイバの開放部の両端とが分岐結合素子に接続されて構成され、前記光源から出射された光を前記分岐結合素子によって分岐して前記ループ状光ファイバに前記開放部の両端それぞれから入射させ、このループ状光ファイバ中を時計回りと反時計回りに伝搬させ、時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光とを前記分岐結合素子にて結合し、結合された前記時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光とを前記受光素子に入射させ、この時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光との位相差による干渉光の強度変化を示す信号をこの受光素子から出力することにより前記ループ状光ファイバに加わる物理変化を検出する光ファイバリング干渉型センサであって、前記ループ状光ファイバのループ途中に、上記請求項1の非相反位相バイアス器と2つ以上の無偏光素子を挿入したことを特徴とする。

【0021】また、前記ループ状光ファイバのループ途中に、上記請求項4の非相反位相バイアス器と1つ以上の無偏光素子を挿入したことを特徴とする。

【0022】請求項8の本発明光ファイバリング干渉型センサは、光源と受光素子とを一端が無反射終端された

第1光分岐結合素子に接続され、1本の接続用光ファイバの片端を前記第1光分岐結合素子に接続させ、前記接続用光ファイバのもう一方の片端を一端が無反射終端された第2光分岐結合素子に接続させ、ループ状光ファイバの開放部の両端が前記第2光分岐結合素子に接続させて構成され、前記光源から出射された光を前記第1光分岐結合素子によって前記接続用光ファイバと前記無反射終端側とに分岐し、該第1光分岐結合素子からの光を前記第2光分岐結合素子によって前記ループ状光ファイバの前記開放部の両端それぞれに分岐して、このそれぞれの分岐光をループ状光ファイバ中を時計回りと反時計回りに伝搬させ、この時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光とを前記第2光分岐結合素子に入射させて結合し、前記第2光分岐結合素子によって時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光の結合光を前記接続用光ファイバと前記無反射終端側とに分岐して、該接続用光ファイバからの光を前記受光素子に入射させ、この時計回り伝搬光と反時計回り伝搬光との位相差による干渉光の強度変化を示す信号をこの受光素子から出力することにより前記ループ状光ファイバに加わる物理変化を検出する光ファイバリング干渉型センサであって、前記ループ状光ファイバのループ途中に、上記請求項1の非相反位相バイアス器と2つ以上の無偏光素子を挿入したことを特徴とする。

【0023】また、前記ループ状光ファイバのループ途中に、上記請求項4記載の非相反位相バイアス器と1つ以上の無偏光素子を挿入したことを特徴とする。

【0024】また、上記本発明の光ファイバリング干渉型センサのいずれも、使用する光ファイバと光分岐結合素子を偏波保持型とし、ループ状光ファイバのループ途中に、非相反位相バイアス器のみを挿入して構成したものである。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。図1は本発明の請求項1に係る非相反位相バイアス器の実施例を示すもので、偏光子を光路の両端に挿入し、偏光面を特定した方法の非相反位相バイアス器10である。順方向に入射した光は、第1の偏光子11によって直線偏光となり第1のファラデー回転素子12で光の入射側から見て時計回りに45度偏光軸が回転する。さらに、 $\lambda/4$ 波長板13の短光路軸を経て、第2のファラデー回転素子14で再び時計回りに45度回転し、第2の偏光子15の透過軸を伝搬し出射される。逆方向に入射した光（反射光等）は、偏光子15によって直線偏光となりファラデー回転素子14で光の順方向の入射側から見て時計回りに45度偏光軸が回転する。さらに、 $\lambda/4$ 波長板13の長光路軸を経て、ファラデー回転素子12で再び時計回りに45度回転し、偏光子11の透過軸を伝搬し出射される。

【0026】その結果、順方向と逆方向で $\lambda/4$ の光路差、すなわち $\pi/2$ の位相バイアスが生じる。この方法

で、伝搬光が1偏波面になる以外は従来技術で既述した図9と同等の効果が得られる。また、光路Aと光路Bが同一媒質でほぼ同一空間を伝搬するため、従来技術の問題点であった振動や温度変化などの影響を低減させることができる。

【0027】なお、図1において、2つの偏光子のうちいずれか一方を削除してもよい。

【0028】次に、図2は本発明の請求項4に係る非相反位相バイアス器の実施例を示す。非相反位相バイアス器20において、順方向に入射した光は、第1の偏波ビームスプリッタ21によって偏波軸が横方向と縦方向の2つの偏光面に分離される。偏波軸が横方向の光はミラー22により磁界28と平行な方向に変えられて第1のファラデー回転素子23に入射する。一方の偏波軸が縦方向の光は直進して第1のファラデー回転素子23に入射する。

【0029】それぞれの光は、ファラデー回転素子23で光の入射側から見て時計回りに45度偏波軸が回転する。さらに $\lambda/4$ 波長板24の短光路軸を経て、第2のファラデー回転素子25で再び時計回りに45度回転し、第1のファラデー回転素子23に入射した偏波軸が縦方向の光は偏波軸が横方向の光となり、第1のファラデー回転素子23に入射した偏波軸が横方向の光は偏波軸が縦方向の光となる。偏波軸が横方向の光はミラー26を経て、他方の偏波軸が縦方向の光は直接に入射されて第2の偏波ビームスプリッタ27により結合されて出射される。逆方向に入射する光は偏波ビームスプリッタ27により前述と同様2つの偏光面に分離され、それぞれの偏光面に前述の原理で $\pi/2$ の非相反位相バイアスを行なわれる。

【0030】また、図1、図2の実施例では位相差板を $\lambda/4$ 波長板としたが、 $\lambda/6$ 波長板等のように異なる波長板を使用することで異なる位相バイアス量を実現することができる。

【0031】次に、図3は本発明の請求項6に係る光ファイバリング干渉型センサの実施例を示すもので、従来の技術で説明した図6の遠端のループ状光ファイバ3を検知部とする光ファイバリング干渉型センサに図1の非相反位相バイアス器10を挿入した構成例である。

【0032】また、図4は本発明の請求項8に係る光ファイバリング干渉型センサの実施例を示すもので、従来の技術で説明した図7の接続光ファイバを1本にした光ファイバリング干渉型センサに図1の非相反位相バイアス器10を挿入した構成例である。

【0033】図1の非相反位相バイアス器10は1偏光面の非相反 $\pi/2$ 位相バイアス器であるため、両側に無偏光素子31を入れることで偏光変動を抑えている。

【0034】無偏光素子は、伝搬する2つの偏波光に光源のコヒーレンス長以上の光路差を与え、両偏波光間の位相相関をランダムにすることで無偏光化する素子であ

る。光ファイバを利用したものでは、一般に複屈折性を有する偏波保持型ファイバを1:2の長さで偏波保持面を $\pi/4$ 傾けて接続するLyot型の無偏光素子が用いられる。この時短い方の偏波保持型ファイバの偏波モード分散が、光源のコヒーレンス長以上の光路差を与える時間である必要がある。

【0035】さらに、図3や図4の実施例の場合、検出される干渉信号を一偏波面だけにして安定化する方法として接続光ファイバ7に偏光子を挿入してもよい。

【0036】また、振動検出のループ状光ファイバ3及び接続光ファイバ7を偏波保持型光ファイバとし、光分岐結合素子2を偏波保持型光分岐結合素子で構成した光ファイバリング干渉型センサであれば、偏光面を一致させることで損失がほとんど無い形で、上記非相反位相バイアス器が使用できる。

【0037】また、図3における位相バイアス器を図2の非相反位相バイアス器20で構成したものが本発明の請求項7に係る光ファイバリング干渉型センサの実施例となる。

【0038】また、図4における位相バイアス器を図2の非相反位相バイアス器20で構成したものが本発明の請求項9に係る光ファイバリング干渉型センサの実施例となる。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、振動や温度安定性に優れた非相反位相バイアス器を実現できる。

【0040】また、この非相反位相バイアス器を用いることにより、高度な制御手段を用いることなく光ファイバリング干渉型センサの感度調整が実現できる。

30 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の非相反位相バイアス器の一つの構成例を示す説明図である。

【図2】本発明の非相反位相バイアス器の他の構成例を示す説明図である。

【図3】本発明の光ファイバリング干渉型センサの一つの構成例を示すブロック図である。

【図4】本発明の光ファイバリング干渉型センサの他の構成例を示すブロック図である。

【図5】光ファイバリング干渉型センサの基本的原理を説明するブロック図である。

【図6】従来の光ファイバリング干渉型センサの構成例を示すブロック図である。

【図7】従来の光ファイバリング干渉型センサの他の構成例を示すブロック図である。

【図8】従来の位相変調器を挿入して非相反位相バイアスを行う光ファイバリング干渉型センサの構成例を示すブロック図である。

【図9】従来の4つのビームスプリッタと $\lambda/4$ 位相器で構成した光ファイバリング干渉型センサを示すブロック図である。

50

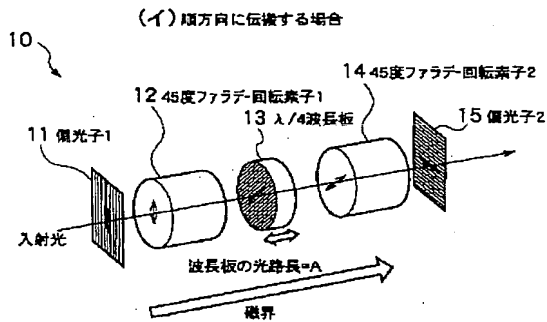
【符号の説明】

- 1…光源
2…光分岐結合素子
3…ループ状光ファイバ
5…受光素子
7…接続光ファイバ
10, 20…非相反位相バイアス器

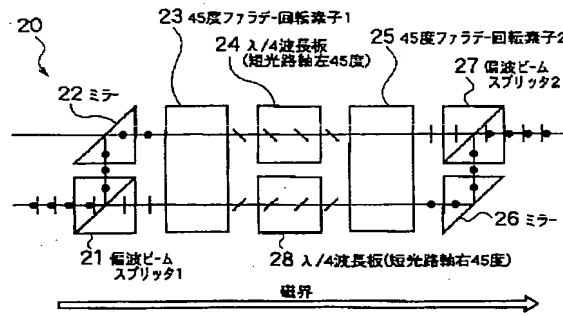
- * 11, 15…偏光子
12, 14, 23, 25…ファラデー回転素子
13, 24… $\lambda/4$ 波長板
21, 27…偏波ビームスプリッタ
22, 26…ミラー
28…磁界

*

【図1】



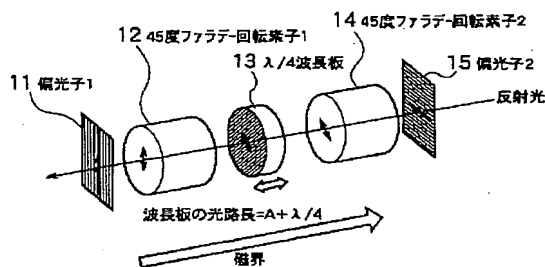
【図2】



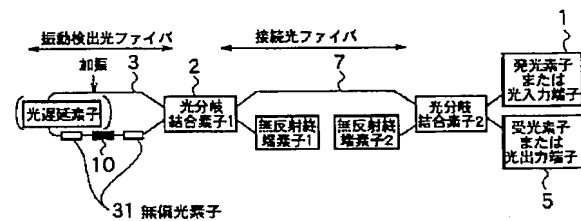
磁界ベクトル方向から見て

- : 偏波軸横方向 /: 偏波軸右45度方向
|: 偏波軸縦方向 \: 偏波軸左45度方向

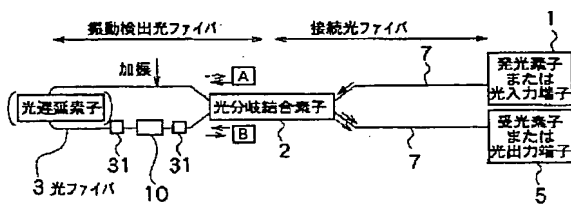
(ロ) 逆方向に伝播する場合



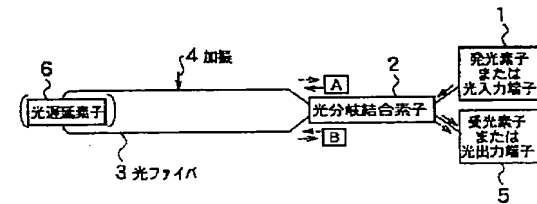
【図4】



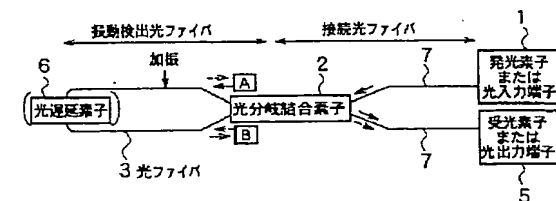
【図5】



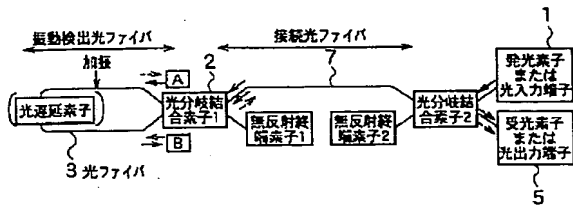
【図3】



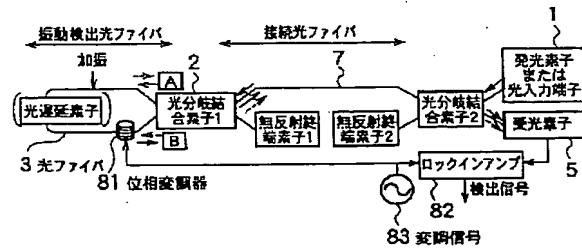
【図6】



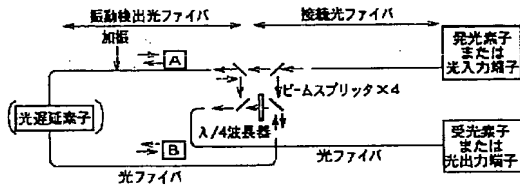
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 戸倉 武
千葉県佐倉市六崎1440 株式会社フジクラ
佐倉事業所内

(72)発明者 新見 慎一
千葉県佐倉市六崎1440 株式会社フジクラ
佐倉事業所内

F ターム(参考) 2F105 BB01 DD03 DE08 DE25
2H079 BA02 CA12 KA05 KA06 KA17
2H099 AA00 BA17 CA07 CA11